

## OPTIMASI BALANCING PUTARAN PADA MESIN POLES PIRINGAN GANDA UNTUK PENGUJIAN METALOGRAFI

Windarta dan Didik Setiawan

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510  
[windarta@ftumj.ac.id](mailto:windarta@ftumj.ac.id)

### Abstrak

Metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro dari suatu bahan, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, tahapan itu adalah pemotongan, pembungkaihan, penggerindaan, pemolesan, pengetsaan dan setelah itu baru observasi menggunakan mikroskop. Untuk dapat dilakukan observasi dengan mikroskop maka permukaan spesimen harus benar-benar halus dan rata, maka perlu dilakukan pengampelasan dan pemolesan pada mesin poles. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi kinerja mesin poles dengan membuat balancing putaran pada mesin poles, membuat sistem sirkulasi air dan percepatan putaran piringan untuk perbandingan dengan mesin poles yang sudah ada di lab mesin. Optimasi balancing putaran pada mesin poles piringan ganda dilakukan dengan menggunakan metode coba dan salah. Nilai penyimpangan putaran piringan turun dengan nilai penyimpangan putaran awal sebelum di optimasi yaitu piringan 1 = 0.10 mm/s rms, piringan 2 = 0.14 mm/s rms, setelah di Optimasi menjadi piringan 1 = 0.07 mm/s rms, piringan 2 = 0.08 mm/s rms (GOOD), ISO1904-1. Pengujian getaran dengan hasil memperkecil getaran yaitu menghasilkan nilai getaran frekuensi 20 hz = X (0.045), Y (0.036), Z (0.037), frekuensi 40 hz = X (0.049), Y (0.067), Z (0.12), frekuensi 60 hz = X (0.065), Y (0.071), Z (0.12), masih masuk dalam getaran mesin yang di ijin sesuai dengan ISO 10816-1.

**Kata Kunci :** optimasi, balancing putaran, mesin poles, piringan ganda, metalografi.

### PENDAHULUAN

Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan, untuk itu ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, tahapan yang harus dilalui adalah *mounting, grinding, polishing, etching* dan setelah itu baru observasi menggunakan mikroskop. dalam keempat proses tersebut, proses *grinding* dan proses *polishing* merupakan proses yang sangat penting untuk membuat permukaan sampel bahan menjadi benar-benar halus agar dapat dilakukan observasi.

Pada pembuatan mesin poles yang terdapat di lab mesin sebelumnya masih terdapat kekurangan yaitu putaran piringan yang tidak seimbang, blok silinder porosnya yang berputar, menggunakan satu piringan untuk proses pemolesan, menggunakan satu transmisi percepatan putaran, dan belum

menggunakan sistem sirkulasi air, sehingga mengakibatkan hasil polesan kurang rata, benda kerja dan amplas poles cepat panas, sisa serpihan serbuk benda kerja menempel pada amplas poles, menghabiskan waktu yang kurang efektif dan efisien, maka optimasi balancing pada mesin poles ini penting untuk dilakukan.

Widarto (2003) dalam penelitiannya membahas tentang pembuatan mesin poles untuk pengrajin perak di kota gede, Yogyakarta guna meningkatkan kapasitas ekspor, penelitian windarto lebih mengutamakan pada efisiensi waktu pada proses pengerjaan pemolesan perak dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produk untuk ekspor, dengan menggunakan mesin poles dua piringan untuk meratakan dan menghaluskan permukaan perak, kesulitan yang di hadapi peneliti adalah sulit untuk

merubah kecepatan putaran. Output penelitian Widarto adalah mesin poles dengan dua piringan.

*South bay technology* (2005) dalam penelitiannya yang membahas tentang model 900 grinding and polishing machine, penelitian *south bay technology* lebih mengedepankan keamanan dan perakitan serta suku cadang pada mesin poles, dengan di tambahkan sistem sirkulasi air untuk air pendingin agar mendapatkan hasil yang halus pada permukaan benda kerja menggunakan putaran percepatan piringan antara 50 – 300 rpm. output yang di hasilkan pada penelitian ini adalah model 900 grinding and polishing machine.

Pada kedua penelitian di atas keduanya memiliki kelebihan yaitu untuk mendapatkan kualitas polesan yang lebih baik, cepat, dan efisien, namun keduanya juga memiliki kekurangan pada setiap mesin, pada penelitian Widarto (2003) mesin poles belum menggunakan sistem sirkulasi air, sedangkan pada penelitian *south bay technology* (2005) mesin poles masih menggunakan satu piringan, dan di lihat dari bahan pembuatan masih terlalu mahal.

Atas dasar itulah penulis merancang optimasi mesin poles yang lebih efektif dan efisien untuk menghasilkan polesan yang rata dan maksimal. Penulis akan merancang mesin poles dengan menggunakan sebuah motor penggerak berupa motor listrik yang akan berfungsi sebagai motor penggerak, dua piringan logam agar kinerja mesin bisa lebih cepat dan optimal, dan dapat menghasilkan mesin yang murah, aman, dan efisien ditambah sistem sirkulasi air untuk menghemat penggunaan air. Mesin poles ini lebih efisien karena jumlah motor yang digunakan dan penggunaan listrik yang tidak terlalu mahal dibandingkan dengan menggunakan dua motor dan Lebih efektif karena menggunakan sistem sambungan penggerak dengan menggunakan rubber yang menjaga kestabilan putaran motor agar didapatkan hasil pemolesan sampel yang baik, penggunaan sistem sirkulasi juga

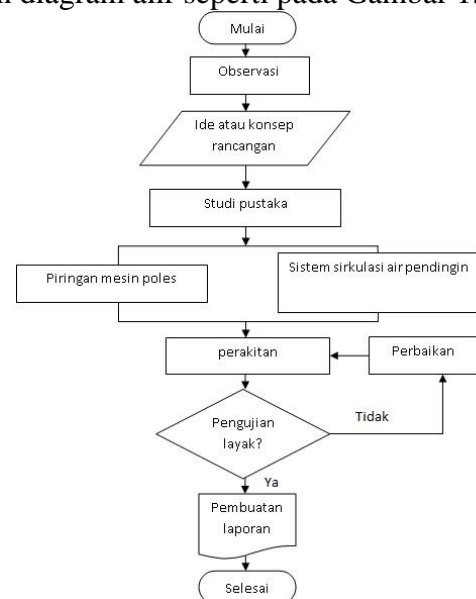
berdampak positif terhadap penghematan dalam penggunaan air, mengurangi kejenuhan siswa dalam belajar. Oleh karena itu, diperlukan suatu media dengan wujud text, visual maupun animasi sehingga dapat membantu siswa mendapat pengetahuan lebih, pemahaman konsep yang lebih mendalam, serta mengetahui aplikasi ilmu yang dipelajari.

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah untuk membuat balancing putaran pada mesin poles uji metalografi, untuk membuat sistem sirkulasi air pada mesin poles piringan ganda, dan untuk membandingkan dengan mesin poles yang sudah ada.

## METODOLOGI PERENCANAAN

### Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah jalannya perancangan dalam pembuatan mesin poles ini, dimulai dengan beberapa tahap sesuai dengan diagram alir seperti pada Gambar 1.



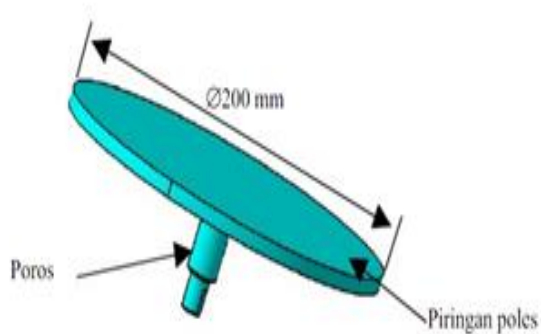
Gambar 1 Diagram Alir Perencanaan Optimasi Balancing Putaran Mesin Poles Piringan Ganda

**Alat dan Bahan****Alat**

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1. Gergaji     | 7. Tang            |
| 2. Gerinda     | 8. Kunci Pas set   |
| 3. Mesin Las   | 9. Obeng set       |
| 4. Mesin Bubut | 10. Penitik        |
| 5. Mesin Bor   | 11. Sarung tangan  |
| 6. Mistar Baja | 12. Pelindung Mata |

**Bahan**

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Besi Hallow 25 x 25 mm     | 8. Keran air                 |
| 2. Besi Siku 25 x 25 x 1.5 mm | 9. Pelat besi Ø 20 mm x 5 mm |
| 3. Pulley                     | 10. Perekat Velcro           |
| 4. Sabuk V                    | 11. Pompa air akuarium       |
| 5. Bearing                    | 12. Selang karet             |
| 6. Batang Besi Ø 22 mm        | 13. Oil ejector line         |
| 7. Inverter                   | 14. Toples plastik           |

**Proses Pembuatan Piringan Poles**

Gambar 2 Rancang Piringan Poles

Piringan poles di buat dari plat besi yng berbentuk lingkaran dengan tebal awal 15mm, setelah itu plat dibubut hingga tebal piringan menjadi 5mm dan di beri ulir pada titik tengah nya untuk mengunci piringan pada poros . Bahan yang digunakan untuk piringan poles adalah pelat besi SPH. Adapun gambar pada proses pembuatannya dapat di jelaskan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3 Plat Besi Bahan Piringan Mesin Poles

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Hasil Pengujian Mesin**

Proses pengambilan data dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pencatatan pengukuran penyimpangan dengan menggunakan Dial Indicator, pencatatan hasil putaran mesin menggunakan alat Tachometer, dan pencatatan pengukuran getaran mesin menggunakan alat Vibration Meter. Proses pencatatan pengukuran dilakukan sebelum piringan mesin oples di optimasi, dan setelah mesin poles di optimasi, untuk mendapatkan hasil balancing piringan sesuai standar ataupun sesuai yang di inginkan.

**Pengukuran Penyimpangan Putaran**

Gambar 4 Mengukur Penyimpangan Putaran

**Pada Permukaan Piringan Mesin Poles**

Dari hasil pengukuran yang di lakukan seperti pada Gambar 4 di peroleh

nilai penyimpangan putaran pada piringan poles 1 yaitu 0,14 mm, dan penyimpangan putaran pada piringan poles 2 yaitu 0,10 mm. Dari hasil pengukuran penyimpangan putaran piringan mesin poles nilai penyimpangan putaran kedua piringan masuk dalam batas toleransi balancing mesin yang di ijinan sesuai dengan ISO 1940-1 yaitu batas maksimum nilai balancing yang di ijinan adalah 2.3mm/s RMS (*Root means square*).

### Mengukur Putaran Piringan Mesin Poles

Proses pengukuran putaran piringan mesin poles bertujuan untuk menentukan batas maksimal

kecepatan putaran piringan dan untuk menentukan variabel kecepatan putaran yang akan digunakan untuk pengujian getaran mesin. pengukuran putaran dilakukan dengan menggunakan alat tachometer.



Gambar 5 Mengukur kecepatan putaran piringan mesin poles dengan tachometer

Dari hasil pengukuran kecepatan putaran piringan pada mesin poles dengan alat tachometer seperti pada gambar 3 di peroleh nilai kecepatan putaran pada mesin poles yaitu pada frekuensi 20 hz = 466 rpm, frekuensi 40 hz = 933 rpm, frekuensi 60 hz = 1400 rpm.

### Pengukuran getaran Mesin

Proses pengukuran getaran mesin dilakukan untuk mengetahui batas maksimum dari getaran mesin yang disebabkan oleh penyimpangan putaran pada piringan mesin poles atau unbalance masih masuk dalam toleransi getaran yang di ijinan yaitu 0.71 RMS sesuai dengan standar ISO 10816-1 untuk class 1 small machine. Pengukuran getaran mesin di

lakukan dengan menggunakan aplikasi vibration sensor.

Hasil pengujian getaran pada frekuensi 40 hz, yang menghasilkan rms vibration : X (0.07), Y (0.088), Z (0.19).

Tabel 1 Hasil Pengukuran Penyimpangan Putaran Pada Piringan Mesin Poles

| Piringan | Penyimpangan Putaran (mm) |
|----------|---------------------------|
| 1        | 0,14                      |
| 2        | 0,10                      |

Dari pengujian penyimpangan putaran pada tabel 4.3 dapat di simpulkan bahwa penyimpangan putaran pada kedua piringan masih masuk dalam standar ISO 1940-1 yaitu 2.3 rms.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kecepatan Putaran Dan Getaran Mesin

| Frekuensi (hz) | Kecepatan Putaran (rpm) | Getaran mesin (rms) |       |      |
|----------------|-------------------------|---------------------|-------|------|
|                |                         | x                   | y     | Z    |
| 20             | 466                     | 0.033               | 0.054 | 0.04 |
| 40             | 933                     | 0.053               | 0.058 | 0.15 |
| 60             | 1400                    | 0.07                | 0.088 | 0.19 |

Dari pengujian kecepatan putaran dan getaran mesin dapat di simpulkan bahwa kondisi balancing mesin masih masuk Dalam standar ISO 10816-1 yaitu 0.71 mm/s rms. dengan puncak getaran pada frekuensi 20 hz = 0.04 rms pada sumbu Z, 40 hz = 0.15 rms pada sumbu Z, dan 60 hz = 0.19 rms pada sumbu Z. meskipun hasil pengujian masih masuk dalam standar pada penelitian ini masih di lakukan proses optimasi putaran piringan untuk memperoleh nilai unbalance yang lebih kecil, menggunakan metode coba dan salah (*Trial And Error Method*).



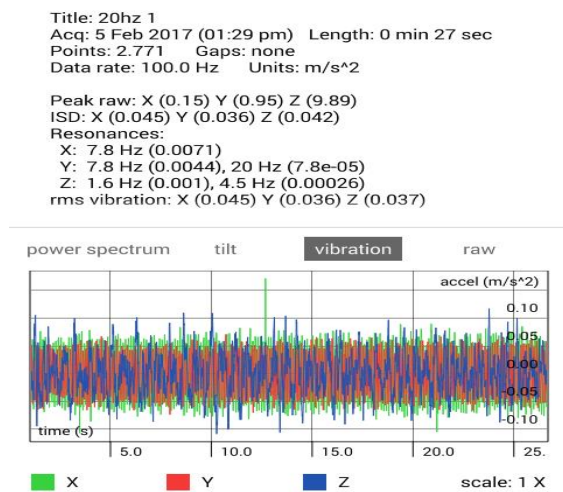
### Metode Coba dan Salah (*Trial And Error Method*)

Hasil perhitungan diameter poros didapat 12,85 mm, sehingga poros yang digunakan untuk piringan dipilih dengan diameter 20 mm.

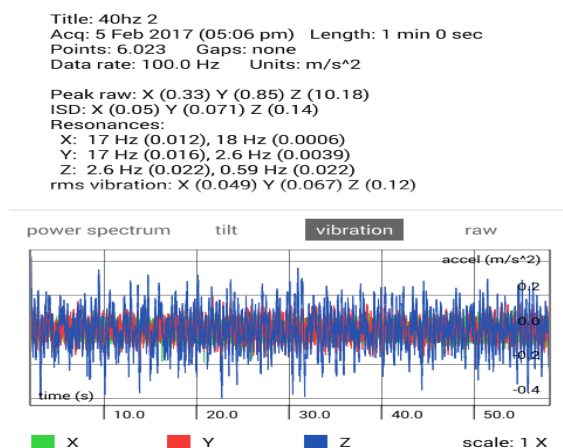
Hasil perhitungan defleksi akibat momen puntir didapat ( $\theta=0,07^\circ$ ), sehingga  $0,07^\circ \leq 0,25^\circ$  maka poros yang digunakan aman atau baik. (Sularso, 2002).

Dari hasil perencanaan poros setelah proses optimasi ini lebih baik dari pada perencanaan poros sebelum di optimasi, penyimpangan putaran piringan yang di hasilkan lebih kecil.

### Hasil Optimasi Balancing Menggunakan Metode Coba dan Salah (*Trial and Error Method*)



Gambar 8 Hasil Pengukuran Getaran Mesin Setelah Di Optimasi Pada Frekuensi 20 Hz



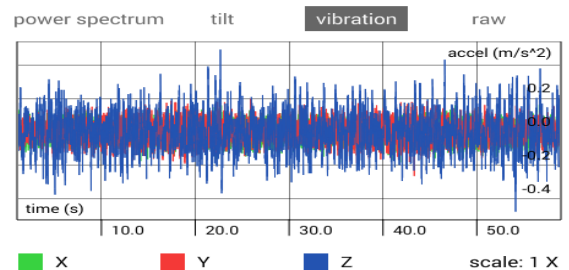
Gambar 9 Hasil Pengukuran Getaran Mesin Setelah Di Optimasi Pada Frekuensi 40 Hz

Hasil dari pengukuran setelah proses optimasi dapat kita lihat pada gambar 4.6. Yang menghasilkan nilai getaran pada mesin lebih kecil dr sebelum di optimasi yaitu frekuensi 20 hz = X (0.045) , Y (0.036), Z = (0.037).

Setelah di lakukan proses optimasi,nilai getran mesin menjadi lebih kecil dr pengujian mesin sebelumnya,yang menghasilkan nilai getaran mesin yaitu pada frekuensi 40 hz = X (0.049), Y (0.067), Z (0.12) seperti pada gambar 4.7.

Title: 60hz 2  
Acq: 5 Feb 2017 (05:15 pm) Length: 0 min 59 sec  
Points: 5.998 Gaps: none  
Data rate: 100.0 Hz Units: m/s<sup>2</sup>

Peak raw: X (0.37) Y (0.77) Z (10.22)  
ISD: X (0.065) Y (0.071) Z (0.12)  
Resonances:  
X: 25 Hz (0.016), 27 Hz (0.0023)  
Y: 25 Hz (0.017), 27 Hz (0.0024)  
Z: 3.9 Hz (0.015), 1.6 Hz (0.014)  
rms vibration: X (0.065) Y (0.071) Z (0.12)



Gambar 10 Hasil Pengukuran Getaran Mesin Setelah Di Optimasi Pada Frekuensi 60 Hz

Hasil dari pengukuran setelah proses optimasi dapat kita lihat pada gambar 4.8. Yang menghasilkan nilai getaran pada mesin lebih kecil dr sebelum di optimasi yaitu frekuensi 60 hz = X (0.065),Y (0.071), Z (0.12)

Tabel 3 Hasil Pengukuran Penyimpangan Putaran Sebelum Dan Sesudah Di Optimasi

| Piringan | Sebelum Optimasi | Sesudah Optimasi |
|----------|------------------|------------------|
| 1        | 0.14 mm          | 0.08 mm          |
| 2        | 0.10 mm          | 0.07 mm          |

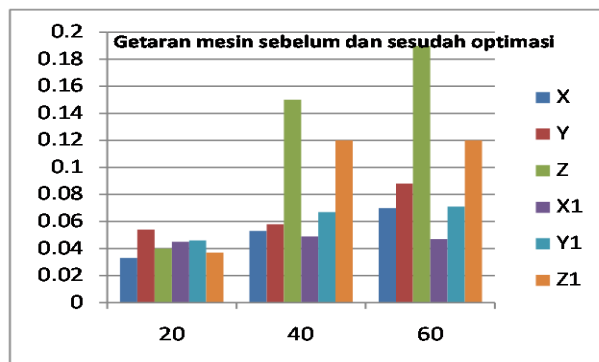
Dari tabel di atas dapat kita lihat setelah melalui proses optimasi nilai

penyimpangan putaran menjadi semakin kecil.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Getaran Mesin Sebelum Dan Sesudah Di Optimasi

| Frekuensi (hz) | Putaran (rpm) | Getaran mesin sebelum optimasi (rms) |       |      | Getaran mesin setelah optimasi (rms) |       |       |
|----------------|---------------|--------------------------------------|-------|------|--------------------------------------|-------|-------|
|                |               | X                                    | Y     | Z    | X                                    | Y     | Z     |
| 20             | 466           | 0.033                                | 0.054 | 0.04 | 0.045                                | 0.046 | 0.037 |
| 40             | 933           | 0.053                                | 0.058 | 0.15 | 0.049                                | 0.067 | 0.12  |
| 60             | 1400          | 0.07                                 | 0.088 | 0.19 | 0.067                                | 0.071 | 0.12  |

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran getaran mesin sebelum maupun sesudah proses optimasi menggunakan metode coba dan salah, dapat dilihat dari nilainya bahwa setelah melalui proses optimasi nilai getaran pada mesin semakin kecil. Grafik getaran mesin sebelum dan sesudah proses optimasi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Getaran mesin sebelum dan sesudah di optimasi

Hasil pengujian getaran mesin sebelum maupun sesudah optimasi dapat dilihat pada Gambar 11, nilai getaran mesin sebelum di optimasi lebih tinggi di bandingkan dengan sebelum di optimasi, X, Y, Z merupakan lambang grafik getaran sebelum di optimasi, sedangkan X1, Y1, Z1 merupakan lambang grafik batang setelah di optimasi.

### Hasil Persentase Pengujian

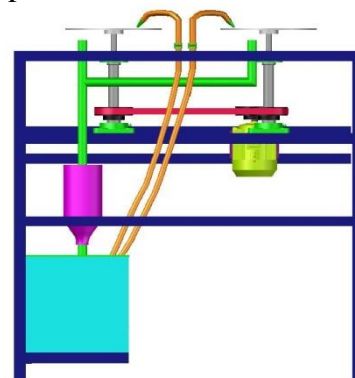
Dihitung dengan membandingkan selisih getaran yang terbesar yaitu pada

sumbu Z dengan nilai getaran sebelum di optimasi pada frekuensi 20 hz = 0.04, frekuensi 40 hz = 0.15, frekuensi 60 hz = 0.19. sesudah di optimasi pada frekuensi 20 hz = 0.037, frekuensi 40 hz = 0.12, frekuensi 60 hz = 0.12.

Dari hasil perhitungan presentasi dapat kita lihat penurunan getaran pada setiap frekuensi yaitu 20 hz = 7.5 %, 40 hz = 20 %, dan 60 hz = 36.8 %. Dari hasil persentase penurunan getaran yang di hasilkan dapat membuktikan bahwa metode optimasi yang di lakukan berhasil dan berkerja dengan baik.

### Hasil Pengujian Sistem Sirkulasi Air Pendingin

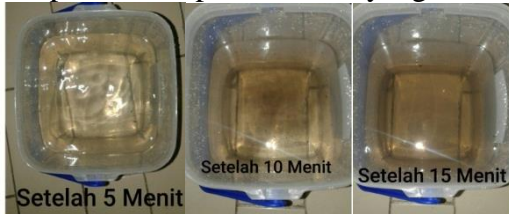
Sistem sirkulasi air pendingin dimalai dari Sistem sirkulasi air yang di pompakan menuju selang oil ejector yang ada diatas piringan logam yang kemudian air sisa dari proses pemolesan logam kembali lagi ke tempat penampungan air yang sebelumnya sisa air proses pemolesan akan melewati penyaringan gar tidak membuat air cepat keruh.



Gambar 12 Sistem Sirkulasi Air Pendingin

Dari hasil percobaan yang di lakukandapat di lihat pada gambar..., penyaringan menggunakan bahan kombinasi sabut cuci piring, batu, pasir dan spon air sisa pemolesan lebih jernih dan sistem sirkulasi air dapat bekerja dengan baik. Setelah semua komponen mesin terpasang maka sistem saluran air pendingin perlu di uji untuk mengetahui kinerja dari sistem sirkulasi air

pendingin apakah mengalirdengan lancer tanpa mengalami kebocoran, karna bila mengalami kebocoran dapat merusak komponen-komponen mesin yang lain.



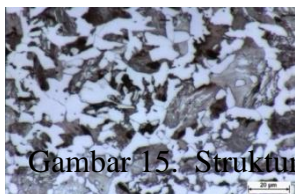
Gambar 13. Hasil Penyaringan Air Selama 15 Menit

### Uji Metalografi

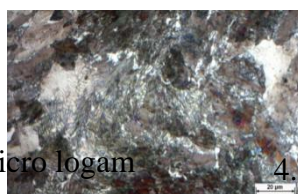
Pengujian metalografi bertujuan untuk melihat hasil setelah mesin selesai di buat apakah dapat menghasilkan suatu produk yang layak untuk pengujian metalografi. Hasil pemolesan yang didapat bisa sampai mengkilap dengan cara menggosokkan spesimen ke ampelas dari yang paling kasar hingga yang paling halus. , dan hasil pemolesan memenuhi untuk dilakukan uji metalografi. Hasil pemolesan spesimen dan hasil uji oleh mikroskop ditunjukkan pada Gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14 Hasil Proses Pemolesan Spesimen



Gambar 15. Struktur mikro logam



### Pembahasan

Pengujian pada mesin poles yang dilakukan meliputi pengujian penyimpangan putaran, pengujian kecepatan putaran, pengujian getaran pada mesin, dan pengujian sistem sirkulasi air pendingin. Pengujian

getaran yang dilakukan sebelum poross optiasi menghasilkan getaran mesin yang lebih besar sehingga perlu di lakukan optimasi untuk memperkecil getaran mesin yang di sebabkan ketidak seimbangan putaran piringan, optimasi dilakukan dengan melakukan perencanaan ulang terhadap poros penyangga piringan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian optimasi balancing putaran pada mesin poles piringan ganda untuk pengujian metalografi dapat disimpulkan :

1. Sistem kerja mesin poles yang di rancang dapat bekerja dengan baik, untuk proses pemolesan spesimen uji metalografi, penyimpangan kedua piringan juga memenuhi standar balancing pada ISO 1940-1 yaitu datas maksimum unbalance adalah 2.3.
2. Getaran yang dihasilkan oleh mesin akibat dari unbalance juga sudah diperkecil dengan menggunakan metode coba dan salah (trial and error method) yaitu frekuensi 20 hz = X (0.045) , Y (0.036), Z = (0.037), frekuensi 40 hz = X (0.049), Y (0.067), Z (0.12), frekuensi 60 hz = X (0.065), Y (0.071), Z (0.12). dimana X merupakan gerak arah getaran kanan kiri, Y gerak arah getaran maju mundur, dan Y gerak arah getaran atas bawah., getran mesin yang di hasilkan masih masuk batas getaran mesin yang di ijinakan sesuai dengan ISO 10816-1.
3. Putaran piringan logam tergolong stabil dan lancar, kedua piringan berputar secara bersamaan sesuai dengan pengaturan kecepatan motor dengan menggunakan inverter.
4. Sistem sirkulasi air pendingin bekerja dengan baik dengan menggunakan sistem penyaringan menggunakan bahan sabut cuci piring, pasir dan batu. sisteem sirkulasi air pendingin juga tidak mengalami kebocoran
5. Optimasi balancing putaran pada mesin poles piringan ganda untuk pengujian

metalografi berhasil di lakukan dengan menggunakan metode coba dan salah (trial and error method). Nilai penyimpangan putaran piringan turun (baik/layak beroperasi) dengan nilai penyimpangan putaran awal sbelum di optimasi yaitu piringan 1 = 0.10 mm/s rms, piringan 2 = 0.14 mm/s rms, setelah di Optimasi menjadi piringan 1 = 0.07 mm/s rms, piringan 2 = 0.08 mm/s rms (GOOD).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Tomi prahasto, Dema wikatama. 2012. *Optimasi Geometri Rotating Disk Guna Minimasi Tegangan Geser Maksimum Dan Tegangan Von-Misses*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.semarang
2. Tim Getaran Mekanis., 2002, *Panduan Praktikum Fenomena Dasar Mesin, Sub Getaran Mekanis, modul III. Balancing Empat putaran Four-run balancing*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
3. ISO 1940-1, "Balance Quality Requirements of Rigid Rotor". International of Organization for Standarization.
4. Sularso. 2002. *Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. CV. Rajawali. Jakarta Utara.
5. Widarto. 2003. *Pembuatan Mesin Poles Untuk Pengrajin Perak di Kota Gede, Yogyakarta Guna Meningkatkan Kaapasitas export*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yoyakarta. Yogyakarta.
6. South bay technology, 2005. *model 900 grinding and polishing machine*. Southern California.